

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JCF 7503

#2
H
2-1402



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年10月18日

出願番号

Application Number:

特願2000-317555

出願人

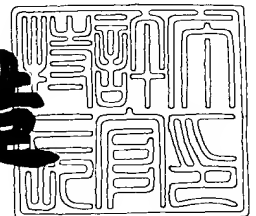
Applicant(s):

信越化学工業株式会社

2001年 3月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3016024

【書類名】 特許願

【整理番号】 2000-0444

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C03B 37/018

【発明者】

 【住所又は居所】 群馬県安中市磯部 2 丁目 1 3 番 1 号 信越化学工業株式
 会社 精密機能材料研究所内

 【氏名】 井上 大

【発明者】

 【住所又は居所】 群馬県安中市磯部 2 丁目 1 3 番 1 号 信越化学工業株式
 会社 精密機能材料研究所内

 【氏名】 荻野 剛

【発明者】

 【住所又は居所】 群馬県安中市磯部 2 丁目 1 3 番 1 号 信越化学工業株式
 会社 精密機能材料研究所内

 【氏名】 乙坂 哲也

【発明者】

 【住所又は居所】 群馬県安中市磯部 2 丁目 1 3 番 1 号 信越化学工業株式
 会社 精密機能材料研究所内

 【氏名】 島田 忠克

【発明者】

 【住所又は居所】 群馬県安中市磯部 2 丁目 1 3 番 1 号 信越化学工業株式
 会社 精密機能材料研究所内

 【氏名】 平沢 秀夫

【特許出願人】

 【識別番号】 000002060

 【氏名又は名称】 信越化学工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100062823

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 亮一

【電話番号】 03-3270-0858

【選任した代理人】

【識別番号】 100093735

【弁理士】

【氏名又は名称】 荒井 鐘司

【選任した代理人】

【識別番号】 100105429

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 尚孝

【選任した代理人】

【識別番号】 100108143

【弁理士】

【氏名又は名称】 嶋崎 英一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006161

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006623

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多孔質光ファイバ母材の製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転しつつ引き上げられる出発部材に、原料ガスの火炎加水分解反応により生成したガラス微粒子を堆積させて多孔質光ファイバ母材を製造する装置において、火炎加水分解反応により生成したガラス微粒子の堆積が行なわれる反応室と、該反応室の上部に堆積によって形成された多孔質光ファイバ母材を引き上げ格納するための上室と、少なくとも 1 本のコア堆積用バーナとを有し、バーナが設置されている側の反応室側壁面の天井付近に沿ってスリット状の給気口を有し、該給気口と対向する側壁面に排気口を有することを特徴とする多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 2】 前記反応室内に、さらに少なくとも 1 本のクラッド堆積用バーナを有する請求項 1 に記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 3】 前記給気口の長辺の幅が、反応室の幅の 75 % 以上である請求項 1 または 2 に記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 4】 前記排気口の形状が矩形状をなし、その上辺が反応室の天井から 50mm 以内に位置するように設けられている請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 5】 前記排気口の水平方向の幅が、反応室の幅の 75 % 以上である請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 6】 前記給気口からの給気線速が、3 m/sec 以上 20 m/sec 以下である請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 7】 前記給気口からの給気が、給気口前後の差圧により行なわれ、給気口を通過する空気が管理された空気である請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 8】 前記管理された空気が、フィルタを通した反応室外の空気である請求項 7 に記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 9】 前記管理された空気が、クラス 1 万以下のクリーンルームの空気である請求項 7 に記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 1 0】 前記上室が実質的に筒状の形状を有し、上室の上部から下方の反応室に向かう気流の最大線速が0.05 m/sec以上である請求項 1 乃至9のいずれかに記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 1 1】 前記反応室の底面が、コア堆積位置よりも高い高床部を有し、該高床部が排気口側の底面に設けられている請求項 1 乃至10のいずれかに記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 1 2】 前記反応室が、前記給気口と排気口を有する上部反応室と下部反応室から構成され、上部反応室の底面に下部反応室に通じる接続口が設けられ、該下部反応室が上部反応室に通じる接続口以外に実質的な排気口を有していない請求項 1 乃至 1 1 のいずれかに記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 1 3】 前記上部反応室と下部反応室との接続口が、製造しようとする多孔質光ファイバ母材の半径にほぼ50 mmを加えた値を半径とする円形状、あるいはこの半円とこの半円の弦を給気口側壁面に投影した辺を対辺とする長方形とを結合した長形状からなり、かつ給気口の設けられた壁面以外の壁面からそれぞれ50 mm以上離れた位置に、出発部材の周囲に20 mm以上の空隙が設けられている請求項 1 2 に記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 1 4】 前記下部反応室内にコア堆積用バーナが配置され、上部反応室内にクラッド堆積用バーナが配置されている請求項 1 2 又は 1 3 に記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 1 5】 前記下部反応室内に、コア堆積用バーナに加えてコア加熱用バーナが配置されている請求項 1 4 に記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 1 6】 前記下部反応室内に、コア堆積用バーナに加えて実質的にコア加熱用バーナの役割も果たすクラッド堆積用バーナを配置し、該クラッド堆積用バーナによるクラッドの堆積が実質的に上部反応室で行われる請求項 1 2 乃至 1 4 のいずれかに記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【請求項 1 7】 前記コア堆積用バーナが、センターコア堆積用の第 1 のコア堆積用バーナとサイドコア堆積用の第 2 のコア堆積用バーナで構成されている請求項 1 又は請求項 1 4 乃至 1 6 のいずれかに記載の多孔質光ファイバ母材の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はいわゆるVAD法で、高品質な光ファイバ母材を安定して製造することのできる多孔質光ファイバ母材の製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光ファイバ母材の製造方法として、VAD法はよく知られている。この方法では、回転しつつ上昇するシャフトに出発部材を取り付け、反応室内に垂下し、反応室内に設置されたコア堆積用バーナとクラッド堆積用バーナにより生成されたガラス微粒子を出発部材の先端に堆積させて、コア層とクラッド層からなる多孔質光ファイバ母材（以下、単に多孔質母材と称する）が製造される。

【0003】

生成されたガラス微粒子の出発部材への堆積効率は100 %にはならず、付着・堆積されなかった余剰のガラス微粒子が製造の間を通して発生している。この余剰ガラス微粒子の大部分は、排気ガス等の他の気体とともに反応室に別途設けられた排気口より反応室外に排出される。しかしながら、バーナで生成されてから排出されるまでの間に、その一部は反応室の天井や側壁に付着する。

ガラス微粒子の生成は、一般的には原料ガスとして SiCl_4 のような塩化物を酸素・水素火炎中に噴出し、火炎加水分解反応により行われる。この反応で生じる水蒸気や塩酸といった排気されるべきガスや出発部材に付着・堆積されなかった余剰ガラス微粒子は高温状態にあり、反応室の上部に設けられた上室に侵入しようとする。

【0004】

上室は反応室ほど高温にならないので、上記のようなガスが侵入すると、水蒸気は凝縮して塩酸が上室の壁面に付着する。上室が金属製である場合には塩酸によって腐食される。たとえ腐食されにくい物質で上室が構成されていても、製造後の装置の掃除は困難で厄介である。さらに、余剰ガラス微粒子が塩酸で湿った壁面に付着し、製造後の装置の掃除をさらに困難にする。

また、余剰ガラス微粒子は、多孔質母材の表面に細かく樹形状に成長し、その後のガラス化工程で表面の微小な突起となり、屈折率分布測定障害となる。

このような事態を避けるため、一般的に上室の上方から反応室に向けて、下向きの気流を生じさせるという対策が取られている。このことにより、上室内での余剰ガラス微粒子の壁面付着はある程度防止できるが、反応室内の天井や壁面への付着を防止することはできなかった。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術による製造方法は、多孔質母材の製造の後半において、反応室の内壁に付着・堆積したガラス微粒子が剥離・落下し、反応室内に飛散したガラス微粒子が製造中の多孔質母材に付着し、ガラス化後の光ファイバ母材中に気泡や異物を生じる原因となることがあった。

近年、光ファイバの需要の伸びとともに低コスト化が要求され、そのために光ファイバ母材の大型化が急務となっている。製造する光ファイバ母材を大きくするためには当然、原料供給量を増やす必要がある。原料供給量が増加すると、堆積効率が変化しなくても余剰ガラス微粒子は増加し、そのため従来技術では、上述のような反応室の内壁に付着・堆積したガラス微粒子が剥離する頻度の上昇は避けられなかった。

【 0 0 0 6 】

余剰ガラス微粒子の排出効率を高めるために、吸排気量を増加させるという方法が挙げられるが、この方法は、反応室内の気流の乱れが大きくなるため、ガス流量の少ないコア堆積用バーナの火炎の揺れが大きくなり、多孔質母材の長手方向にわたる屈折率分布の安定性が大きく乱される。

また、製造する多孔質母材の径が太くなると、製造開始直後から多孔質母材の成長した直胴部が入室に入るまでの間は、母材と上室の空隙の変化が大きくなる。このため上室と反応室との境、すなわち反応室入り口において、上室からの下向きの気流の線速が従来に比べはるかに大きく変化することになる。

【 0 0 0 7 】

排出されるべきガスおよび余剰ガラス微粒子の上昇を十分に抑えるように製造

開始直後に調整されていたこの気流が、母材の直胴部が上室に入る頃にはコアの堆積を乱すほどの強い流れになるという問題がある。

このような問題を解決するため、特開平9-118537号公報や特開平11-343135号公報は、付着されなかった余剰ガラス微粒子の装置外への排出に配慮した装置を記載している。

【 0 0 0 8 】

特開平9-118537号公報は、反応室をコア用とクラッド用とに実質的に分離し、かつ、各反応室に設けた排気調整ダンパで排気引圧を個別に制御している。分離されたクラッド用反応室の排気引圧は従来よりも高く設定され、これによりクラッド用反応室の排気量を増加させてもコアの堆積を行う火炎は乱されず、安定して製造できるとしている。

しかしながら、この方法は反応室をコア用とクラッド用に実質的に分離し、排気引圧を個別に制御するのが困難であり、また、仕切り板の下面にコア堆積時の余剰ガラス微粒子が付着・堆積し、これが剥離落下して従来と同様の問題を生じる可能性を有している。

【 0 0 0 9 】

特開平11-343135号公報は、反応室のバーナ背後の側壁全面から給気し、これと対向する側壁に排気口を設け、さらに、多孔質母材を挟む両側壁に、多数のガス噴出し口を有するフローガイド壁を設けた装置を記載しており、これによって反応室の内壁に付着するガラス微粒子を減らすことができるとしている。

しかしながら、このような構成の装置は、コア堆積用バーナ周囲の気流は速く、また乱れており、その結果、コアの堆積は乱され、多孔質母材の長手方向にわたって安定した屈折率分布を得ることができない。

また、該公報の図1は、上蓋と駆動軸の空隙から大気が入るのを防ぐために、上室の上部からシールガスを供給する様子を示しているが、上室に反応排気ガスや余剰ガラス微粒子の上室への侵入を防止するには不十分であった。

【 0 0 1 0 】

本発明は、VAD法により多孔質母材を製造する装置において、余剰ガラス微粒子の排出効率を高め、気泡や異物が少なく、長手方向に光学特性の安定した多

孔質母材の製造装置を提供することを目的としている。

【0 0 1 1】

【問題を解決するための手段】

本発明の多孔質母材の製造装置は、回転しつつ引き上げられる出発部材に、原料ガスの火炎加水分解反応により生成したガラス微粒子を堆積させて多孔質母材を製造する装置において、火炎加水分解反応により生成したガラス微粒子の堆積が行なわれる反応室と、該反応室の上部に堆積によって形成された多孔質光ファイバ母材を引き上げ格納するための上室と、少なくとも1本のコア堆積用バーナとを有し、バーナが設置されている側の反応室側壁面の天井付近に沿ってスリット状の給気口を有し、この給気口と対向する側壁面に排気口を有することを特徴としている。なお、反応室内には、さらに少なくとも1本のクラッド堆積用バーナが設けられている。

【0 0 1 2】

本発明の多孔質母材の製造装置において、給気口の長辺の幅は反応室の幅の75 %以上である。また、排気口の形状は矩形状をなし、その上辺が反応室の天井から50 mm以内に位置するように設けられ、排気口の水平方向の幅は、反応室の幅の75 %以上とされる。給気口からの給気線速は、3 m/sec以上20 m/sec以下が好ましい。この給気口からの給気は給気口前後の差圧により行なわれ、給気口を通過する空気は管理された空気である。

ここで管理された空気とは、フィルタを通した反応室外の空気、あるいはクラス1万以下のクリーンルームの空気とされる。また、上室は実質的に筒状の形状を有し、上室の上部から下方の反応室に向かう気流を併用することも好ましい態様であり、その際の最大線速は0.05m/sec以上とするのが望ましい。

【0 0 1 3】

また、反応室の排気口側の底面に、コア堆積位置よりも高い高床部を設けると良く、コアの堆積を安定させることができる。

反応室は、給気口と排気口を有する上部反応室と下部反応室から構成され、上部反応室の底面に下部反応室に通じる接続口が設けられ、下部反応室は上部反応室に通じる接続口以外に実質的な排気口を有していない。

【0014】

上部反応室と下部反応室との接続口は、製造しようとする多孔質母材の半径にほぼ50 mmを加えた値を半径とする円形状、あるいはこの半円とこの半円の弦を給気口側壁面に投影した辺を対辺とする長方形とを結合した長形状からなり、かつ給気口の設けられた壁面以外の壁面からそれぞれ50 mm以上離れた位置に、出発部材の周囲に20 mm以上の空隙が設けられている。

【0015】

下部反応室内にコア堆積用バーナを配置し、上部反応室内にはクラッド堆積用バーナを配置した構成とする。また、下部反応室内に、コア堆積用バーナに加えてコア加熱用バーナを配置した構成、あるいは下部反応室内に、コア堆積用バーナに加えて実質的にコア加熱用バーナの役割も果たすクラッド堆積用バーナを配置した構成としても良く、このクラッド堆積用バーナによるクラッドの堆積は実質的に上部反応室で行われるように配置する。

またコア堆積用バーナを、センターコア堆積用の第1のコア堆積用バーナとサイドコア堆積用の第2のコア堆積用バーナで構成してもよい。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の多孔質母材の製造装置について、図を用いてさらに詳細に説明する。

図1～4は、本発明の製造装置の正面概略縦断面図であり、図5、6はこれらの側面図であり、図5はバーナが設置されている側の側壁面を示し、図6はこれと対向する側壁面を示している。また、図7は上部反応室の底面を示し、(a)、(b)はそれぞれ接続口の異なる態様を示している。なお、図1、2、4は、図7(a)のA-A線に沿った縦断面図であり、図3は、図7(b)のB-B線に沿った縦断面図である。さらに、図8は、給気口、上部反応室と下部反応室を仕切る隔離壁及び高床部を有していない従来の装置例を示している。

【0017】

本発明の製造装置は、図1～4に示すように、反応室のバーナが設置されている側の側壁面の天井付近に沿って設けられたスリット状の給気口1と、この給気

口 1 と対向する側壁面に設けられた排気口 2 を有している。このような位置に設けられた給気口 1 から空気等のガスが給気されると、反応室の天井付近に給気口 1 から排気口 2 に向かうガス流が形成される。

そのため、バーナ火炎で生成されたガラス微粒子のうち多孔質母材 3 として堆積されなかった余剰ガラス微粒子の大部分は上昇し、上記ガス流に乗って速やかに反応室外に排出される。そのため、余剰ガラス微粒子が反応室の天井および側面に付着・堆積して、これが剥離・落下する可能性は大幅に小さくなる。

【 0 0 1 8 】

反応室の天井付近に定常流に近いガス流を形成するには、給気口 1 と排気口 2 の幅は広いほうが良く、いずれも反応室の幅の 75% 以上とするのが好ましい。同様の理由により、排気口 2 も給気口 1 同様に反応室の天井付近に、その上辺が反応室の天井から 50mm 以内に位置するように設けるのが好ましい。

また、天井付近に形成されるガス流に乗せて余剰ガラス微粒子を効果的に反応室外に排出させるには、給気口 1 における給気線速を 3 m/sec 以上とするのが好ましい。このガス流は多孔質母材 3 に直接あたるため、給気線速が 20 m/sec を超えると多孔質母材 3 がこれに煽られて振動し、長手方向に均一な屈折率分布が得られなくなるので、給気線速は 20 m/sec 以下とするのが好ましい。

【 0 0 1 9 】

給気口 1 から供給されるガスとしては、空気か、あるいは反応に影響を及ぼさない窒素、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガス等が挙げられるが、コスト的に空気を使用するのが好ましい。

この種の製造装置においては、内部で生成される塩酸などの有毒なガスが装置の微小な隙間から反応室外に漏れ出さないように、反応室内を室外に対して負圧に設定する。これは排気口 2 にブロワなどを接続することで得られる。従って、給気口 1 から反応室内に外の空気が流入し、ガス流を形成する。

【 0 0 2 0 】

また、反応室内外の圧力差を適切に設定することで給気線速を所望の流速に調整することができる。しかしながら、給気される空気とともに微小なごみが反応室内に搬送されてくると、微小なごみは多孔質母材 3 に取り込まれ、異物や損失

の原因となる。これを避けるために、この空気は管理されていることが好ましい。

これに対する本発明のひとつの好ましい形態では、給気口 1 に防塵フィルタ 4 を設置し、微小なごみが反応室内に流入するのを防いでいる。この防塵フィルタ 4 としては、例えば HEPA フィルタなどが挙げられる。また、別の好ましい形態では、製造装置をクリーンルーム内に設置することで、微小なごみを問題ないレベルまで減少することができる。

【 0 0 2 1 】

上室 5 には、形成された多孔質母材 3 が順次格納されていくが、この上室 5 として本発明では筒状のものを採用した。従来技術では、例えば特開平 11-343135 号公報に示されているように、上室の上部からシールガスを導入している。このとき、上室へのシールガスの導入が大気の影響室内への侵入を防止するためであれば、上室の横断面積に応じてこのシールガスの流量を変更する必要はない。

しかしながら、多孔質母材の大型化にともない、筒状の上室の径もより太径化が必要となる。その場合、反応室で生成される高温のガスや余剰ガラス微粒子が上昇気流に乗って上室内に侵入し、そこで冷却されて上室の壁面で水蒸気が凝縮し、さらに生成された塩酸がこの凝縮水に吸収されるため、これが上室内の掃除を困難にしている。

【 0 0 2 2 】

従って本発明では、上室 5 の上方から導入するガスの流量を増加させて上室内での水蒸気の凝縮を防止している。すなわち、上室内でのガス流の最大線速が、多孔質母材 3 の製造開始から終了を通しての各時点において、 0.05 m/sec 以上になるように調整することで防止することができる。ガス流の最大線速は、ガス流量と上室 5 の横断面積、上室内に格納されている多孔質母材 3 の横断面積から計算で求められる。

【 0 0 2 3 】

上述したように本発明において上室上部から導入されるガスは、従来技術とは異なり大気の影響室内への侵入を防止するものではない。ここでのガスの導入は、反応室の給気口からのガスの導入と同様、管理されたものであれば大気であって

も良く、別途準備された圧縮空気であっても良い。また、反応に影響を及ぼさない窒素、ヘリウム、アルゴンなどの不活性ガスでも差し支えないが、コスト的に空気が好ましい。

【 0 0 2 4 】

本発明では、反応室の上部に給気口 1 から排気口 2 へ向かう比較的速い流れを形成しているが、これにより、この流れの下側に循環する流れが発生する。この循環流がコアの堆積を乱す新たな要因となりうる。この循環流は、基本的には排気口 2 の下側の壁面に沿って床に向かう下向きの流れができ、さらに床に沿って給気口 1 のある壁面に向かう流れとなり、さらに給気口 1 のある壁面に沿って上昇し循環する流れとなる。

【 0 0 2 5 】

この床に沿った流れがコア堆積用バーナ 1 1 の火炎を正面から煽ることになり、コアの安定した堆積を妨げる。

これを防止するため、本発明の好ましい形態では、図 1 ～ 4 に示すように、排気口側に、コア堆積位置よりも高い位置に高床部 6 を設けている。これにより、上記の床に沿った流れは、基本的にはコア堆積位置よりも上部を流れることになり、この循環流によりコアへの堆積が乱されることはなく、安定した堆積が可能となる。

【 0 0 2 6 】

しかしながら、反応室内のガスの流れは非定常流であり、時折、バーナを挟んだ両側の壁面に沿って下向きの強い流れが突発的に生じ、これがコアの堆積を乱し、屈折率分布の局所的な変動となることが分かった。

これを防止するため、本発明のさらに好ましい形態では、図 1, 2, 4 に示すように、反応室を隔離壁 7 で仕切って上部反応室 8 と下部反応室 9 で構成し、多孔質母材 3 のコア部が貫通する位置に両反応室の接続口 1 0 を設け、下部反応室 9 にはこの上部反応室 8 との接続口 1 0 以外に実質的な排気口を有さない構成としている。両反応室の接続口 1 0 は上部反応室 8 よりも狭い横断面積を有しており、この隔離壁 7 は実質的に高床部 6 の機能も果たすようになっている。

【 0 0 2 7 】

このような構成としたことにより、下部反応室 9 に、上記循環流や壁面に沿った下向きの強い流れが達することはなく、下部反応室内は実質的に気流の淀んだ状態となり、コア堆積用バーナ 1 1 の火炎が気流によって乱されることはない。

両反応室を仕切る隔離壁 7 は、コア堆積位置が下部反応室内に位置するように設けられている。下部反応室内に設けられたバーナの火炎で発生するガスや余剰ガラス微粒子は、接続口 1 0 を通って上部反応室 8 に流出し、やがて排気口 2 から排出される。

【 0 0 2 8 】

本発明のより好ましい形態では、上記接続口 1 0 の位置および大きさも規定される。下部反応室 9 を上記気流の淀んだ状態にするためには、接続口 1 0 を大きくしすぎてはならない。特に、多孔質母材 3 の排気口側及びこれに隣接する壁面側に大きく開口していると十分な効果が得られない。

好ましい接続口 1 0 の例を図 7 (a) , (b) に示す。図 7 (a) は図 1 , 2 又は図 4 の上部反応室 8 の底面を示し、接続口 1 0 が円形状をなす例である。この接続口 1 0 は、出発部材の回転軸を中心として製造される多孔質母材 3 の半径にほぼ 50 mm を加えた値を半径とする円に含まれる程度の大きさとするのが良い。

【 0 0 2 9 】

図 7 (b) は、図 3 の上部反応室 8 の底面を示し、接続口 1 0 は、上記半円とこの半円の弦を給気口側壁面に投影した辺を対辺とする長方形とを結合した長方形形状、すなわち一端が半円の長方形形状をなしている。

上記図 7 (a) , (b) のいずれの場合も、接続口 1 0 は、給気口の設けられた壁面以外の壁面からそれぞれ 50 mm 以上離れた位置に、出発部材の周囲に 20 mm 以上の空隙を有するように設ける。

これによって下向きの流れが下部反応室 9 に流れ込むことがなく、下部反応室内を上記気流の淀んだ状態とすることができ、コア堆積用バーナの火炎が乱されることなく十分な効果が得られる。

【 0 0 3 0 】

また、逆に接続口 1 0 が小さすぎて、接続口 1 0 を貫通している多孔質母材 3 の出発部材との空隙が 20 mm より狭くなると、下部反応室内に設けられたバーナ

の火炎で発生する各ガスや余剰ガラス微粒子がうまく上部反応室側に流出することができず、下部反応室 9 の天井（隔離壁 7 の下面）や接続口 1 0 の内周に余剰ガラス微粒子が付着・成長し、これが剥離して浮遊し、多孔質母材 3 に付着して異物や気泡となることがある。さらに、接続口 1 0 が狭くなると、上部反応室 8 と下部反応室 9 は実質的に分離され、両反応室の圧力差からこの接続口のわずかな空隙を通る気流が生じ、下部反応室 9 に設けられたバーナの火炎を乱すことになる。従って、本発明の好ましい形態では接続口 1 0 と出発部材との空隙を 20 mm 以上としている。

【 0 0 3 1 】

ここまで本発明の製造装置について、主として反応室の横断面が長方形をなす装置について説明してきたが、本発明はこれに限られず、横断面が円形またはそれに類するものであっても本発明の範疇に含まれる。

また、コア堆積用バーナの火炎を乱さない程度であれば、下部反応室に給気口を設けても良い。

なお、このようにして製造された多孔質母材は、脱水、焼結ガラス化することで光ファイバ母材とされ、必要に応じて線引に適した太さに細径化してプリフォームとし、これを線引することで光ファイバとされる。

【 0 0 3 2 】

【実施例】

（実施例 1）

図 1 に示した製造装置は、VAD 法により多孔質母材を製造するものであり、1 辺が 500 mm の立方体状の反応室の上部に半径 130 mm の円柱状の上室 5 を有し、反応室の天井の中心と上室 5 の中心軸が一致するように接続された反応容器と、回転軸が上室 5 の中心軸に一致した上下動自在の回転シャフト（図示を省略）を有している。図に模式的に示したように、反応室のバーナが設置された側の壁面の天井から 5 mm 下に幅 480 mm 高さ 15 mm のスリット状の給気口 1 が設けられ、給気口 1 と対向する壁面の天井から 5 mm 下に幅 480 mm 高さ 200 mm の排気口 2 が設けられている。

【 0 0 3 3 】

また、反応室の給気口側には、底面から150 mmの高さに、中心に半径50 mmの円形の穴の開いた隔離壁7を設け、反応室を上部反応室8と下部反応室9に分割し、さらに、排気口側の底部は、隔離壁7と同レベルの高床部6とされている。下部反応室9には1本のコア堆積用バーナ11と1本のコア加熱用バーナ12を設置し、上部反応室8には2本のクラッド堆積用バーナ13を設置した。

【0034】

コア（出発部材）先端での堆積位置は、下部反応室9の底面から100 mmの高さとした。製造の開始から終了の間を通して、上室5の上部から300 l/minの空気を導入し、上室内の気流の最大線速を0.09 m/sec以上に維持した。給気口1には防塵フィルタ4としてHEPAフィルタを設置しており、これによって反応室外の空気は異物などの原因となるごみが除去されて反応室内に流入する。製造中、給気口1での給気線速が5 m/secとなるように、反応室の排気引圧を調整した。

コア堆積用バーナ11には原料ガスとして、450 ml/minの SiCl_4 と25 ml/minの GeCl_4 を供給した。2本のクラッド堆積用バーナ13には原料ガスとしてそれぞれ1.0 l/min、2.5 l/minの SiCl_4 を供給した。さらに、各堆積用バーナとコア加熱用バーナ12にはそれぞれ燃焼ガスとして H_2 、助燃ガスとして O_2 を供給した。

【0035】

このようにしてシングルモード光ファイバ用多孔質母材を製造したところ、外径が200 mm ϕ でコアの外径40 mm ϕ の多孔質母材ができ、生産速度は450 g/hrであった。製造の間を通して、上室内及び反応室内の天井や壁面への余剰ガラス微粒子の付着・堆積は少なく、これが剥離し落下するようなことはなかった。また得られた多孔質母材をガラス化して屈折率分布を測定したところ、長手方向で安定しており、優れた光学特性を有していた。

【0036】

（実施例2）

本実施例は、図2に示した装置をクラス1万のクリーンルーム内に設置し、給気口1に防塵フィルタ4を取り付けなかった例である。

バーナについては、1本のコア堆積用バーナ11と、このコア堆積用バーナ11に隣接して実質的にコア加熱用バーナの役割も果たすクラッド堆積用バーナ1

4 を 1 本 下 部 反 応 室 9 に 設 置 し、さ ら に 1 本 の ク ラ ッ ド 堆 積 用 バ ー ナ 1 3 を 上 部 反 応 室 8 に 設 置 し た。な お、下 部 反 応 室 9 に 設 置 し た ク ラ ッ ド 堆 積 用 バ ー ナ 1 4 は、ク ラ ッ ド 部 へ の ガ ラ ス 微 粒 子 の 堆 積 が 上 部 反 応 室 内 で 行 わ れ る よ う に そ の 位 置 を 調 整 し た。な お、本 実 施 例 の 図 2 の 装 置 は、上 記 防 塵 フ ィ ル タ の 有 無 及 び バ ー ナ の 種 類 と 数 を 除 き、実 施 例 1 の 図 1 に 示 し た 装 置 と 同 一 で あ る。

【 0 0 3 7 】

図 1 の コ ア 加 熱 用 バ ー ナ 1 2 が な い こ と を 除 け ば、実 施 例 1 と 同 じ ガ ス 条 件 で シ ン グ ル モ ー ド 光 フ ァ イ バ 用 多 孔 質 母 材 の 製 造 を 行 い、外 径 が 200 mm ϕ で コ ア の 外 径 が 40 mm ϕ の 多 孔 質 母 材 を 製 造 し た。こ の と き の 生 産 速 度 は 450 g/hr で あ る。製 造 中、上 室 内 及 び 反 応 室 内 の 天 井 や 壁 面 へ の 余 剰 ガ ラ ス 微 粒 子 の 付 着・堆 積 は 少 な く、こ れ が 剥 離 し 落 下 す る よ う な こ と は な か っ た。ま た 得 ら れ た 多 孔 質 母 材 を ガ ラ ス 化 し て 屈 折 率 分 布 を 測 定 し た と こ ろ、長 手 方 向 で 安 定 し て お り、優 れ た 光 学 特 性 を 有 し て い た。

【 0 0 3 8 】

(実 施 例 3)

図 3 に 示 し た 装 置 を ク ラ ス 1 万 の ク リ ー ン ル ー ム 内 に 設 置 し、給 気 口 1 に は 防 塵 フ ィ ル タ 4 を 取 り 付 け な か っ た。さ ら に、図 7 (b) に 上 部 反 応 室 8 の 底 面 を 模 式 的 に 示 し た よ う に、隔 離 壁 7 の 接 続 口 1 0 を、中 心 を 出 発 部 材 の ほ ぼ 回 転 軸 上 と す る 半 径 100 mm の 円 の 半 円 と、こ の 半 円 の 弦 を 給 気 口 側 壁 面 に 投 影 し た 辺 を 対 辺 と す る 長 方 形 と を 結 合 し た 長 方 形 状 と し た。ま た、下 部 反 応 室 9 に は、1 本 の セ ン タ ー コ ア 堆 積 用 バ ー ナ 1 5 と 1 本 の サ イ ド コ ア 堆 積 用 バ ー ナ 1 6 を 設 置 し、上 部 反 応 室 8 に は、1 本 の ク ラ ッ ド 堆 積 用 バ ー ナ 1 3 を 設 置 し た。な お、本 実 施 例 の 図 3 の 装 置 は、上 記 防 塵 フ ィ ル タ の 有 無、接 続 口 の 形 状 及 び バ ー ナ の 種 類 と 数 を 除 き、実 施 例 1 の 図 1 に 示 し た 装 置 と 同 一 で あ る。

【 0 0 3 9 】

セ ン タ ー コ ア 堆 積 用 バ ー ナ 1 5 に は 原 料 ガ ス と し て、100 ml/min の SiCl_4 と 35 ml/min の GeCl_4 を 供 給 し た。サ イ ド コ ア 堆 積 用 バ ー ナ 1 6 に は 原 料 ガ ス と し て、500 ml/min の SiCl_4 と 60 ml/min の GeCl_4 を 供 給 し た。ク ラ ッ ド 堆 積 用 バ ー ナ 1 3 に は 原 料 ガ ス と し て 2.5 l/min の SiCl_4 を 供 給 し た。さ ら に、各 堆 積 用 バ ー ナ に 燃 焼

ガスとして H_2 、助燃ガスとして O_2 を供給した。

【0 0 4 0】

このようにして分散シフト光ファイバ用多孔質母材を製造したところ、外径が180 mm ϕ でサイドコアの上記接続口部での外径が120 mm ϕ の多孔質母材ができ、生産速度は300 g/hrであった。製造中、上室内及び反応室内の天井や壁面への余剰ガラス微粒子の付着・堆積は少なく、これが剥離し落下するようなことはなかった。また得られた多孔質母材をガラス化して屈折率分布を測定したところ、長手方向で安定しており、優れた光学特性を有していた。

【0 0 4 1】

(実施例 4)

本実施例の図4に示す装置は、下記接続口及びバーナの数と種類を除き、実施例 2 の図 2 に示された装置と同一である。

隔離壁 7 の接続口 1 0 は、出発部材の回転軸を中心とする半径100 mmの円形に形成されている。また、1本のコア堆積用バーナ 1 1 を下部反応室 9 に設置し、上部反応室 8 にはバーナを設置しなかった。コア堆積用バーナ 1 1 には原料ガスとして、1.6 l/minの $SiCl_4$ と150 ml/minの $GeCl_4$ を、さらに燃焼ガスとして H_2 、助燃ガスとして O_2 を供給した。

【0 0 4 2】

このようにしてマルチモード光ファイバ用多孔質母材を製造したところ、外径が140 mm ϕ の多孔質母材ができ、生産速度は140 g/hrであった。製造の間を通して、反応室内の天井や壁面への余剰ガラス微粒子の付着・堆積は少なく、これが剥離し落下するようなことはなかった。また、得られた多孔質母材をガラス化して屈折率分布を測定したところ、長手方向で安定しており、優れた光学特性を有していた。

【0 0 4 3】

(比較例 1)

本比較例の図 8 に示す装置は、給気口 1 及び反応室の排気口側に高床部 6 を設けず、かつ反応室を上部反応室 8 と下部反応室 9 に分離する隔離壁 7 を設けなかった以外は、実施例 2 の図 2 の装置と同一である。その他の条件は、実施例 2 と

同じにしてシングルモード光ファイバ用多孔質母材の製造を行ったところ、余剰ガラス微粒子が大量に反応室の天井部に付着・堆積し、製造半ばでこれが剥離・落下した。製造された多孔質母材をガラス化したところ、多数の異物や気泡が認められた。

【 0 0 4 4 】

【発明の効果】

本発明の多孔質母材の製造装置は、上記構成としたことにより、付着・堆積されなかった余剰のガラス微粒子は、反応室の天井付近を流れるガス流に乗って速やかに反応室外に排出される。特に、掃除の困難な上室への余剰ガラス微粒子や水蒸気の侵入が抑制され、製造後の装置の掃除が容易である。

また、余剰ガラス微粒子の多孔質母材への付着・堆積も抑制され、高品質で安定した多孔質母材を製造することができる。さらに、反応室内の循環流や壁面に沿った下向きの強い流れによって、コア堆積用バーナの火炎が乱されることはなく、長手方向に安定した屈折率分布が得られる。

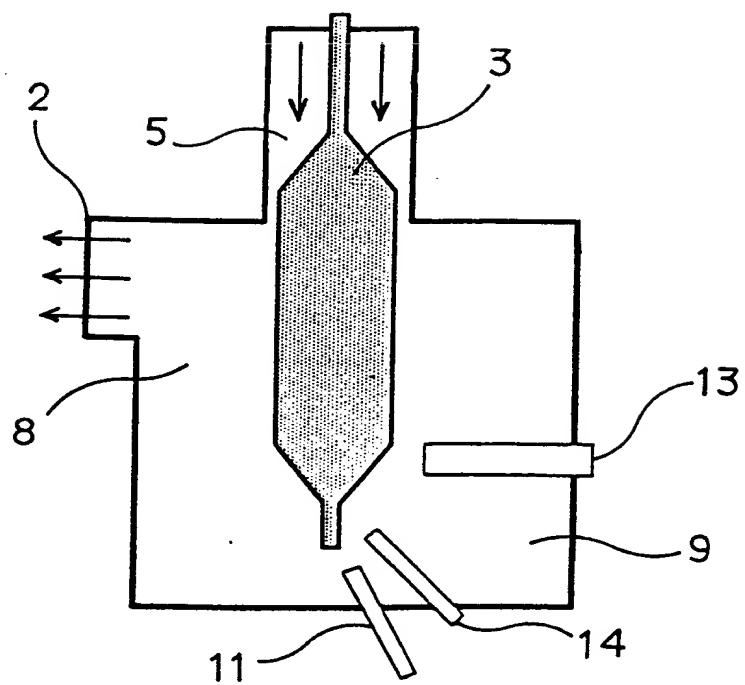
本発明の製造装置を使用することにより、高品質で安定した光学特性を有するステップ型の屈折率分布を持ったシングルモード光ファイバ用多孔質母材、階段型の屈折率分布を持った分散シフトファイバ用多孔質母材、放物線型の屈折率分布を持ったマルチモード光ファイバ用多孔質母材を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本発明の実施例 1 の製造装置の例を示す概略縦断面図である。
- 【図 2】 本発明の実施例 2 の製造装置の例を示す概略縦断面図である。
- 【図 3】 本発明の実施例 3 の製造装置の例を示す概略縦断面図である。
- 【図 4】 本発明の実施例 4 の製造装置の例を示す概略縦断面図である。
- 【図 5】 本発明の製造装置の給気口側の壁面を示す概略正面図である。
- 【図 6】 本発明の製造装置の排気口側の壁面を示す概略正面図である。
- 【図 7】 本発明の製造装置の上部反応室の底面（隔離壁）を示し、（a），（b）はそれぞれ異なる態様の接続口を示している。

【図 8】 給気口、上部反応室と下部反応室を仕切る隔離壁及び高床部を有していない比較例 1 の装置例を示す概略縦断面図である。

【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 VAD法により多孔質母材を製造する装置において、余剰ガラス微粒子の排出効率を高め、気泡や異物が少なく、長手方向に光学特性の安定した多孔質母材の製造装置を提供する。

【解決手段】 回転しつつ引き上げられる出発部材に、原料ガスの火炎加水分解反応により生成したガラス微粒子を堆積させて多孔質母材を製造する装置において、火炎加水分解反応により生成したガラス微粒子の堆積が行なわれる反応室と、該反応室の上部に堆積によって形成された多孔質光ファイバ母材3を引き上げ格納するための上室5と、少なくとも1本のコア堆積用バーナ11とを有し、バーナが設置されている側の反応室側壁面の天井付近に沿ってスリット状の給気口1を有し、この給気口1と対向する側壁面に排気口2を有することを特徴としている。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-317555
受付番号	50001344896
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成12年10月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年10月18日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 0 6 0]

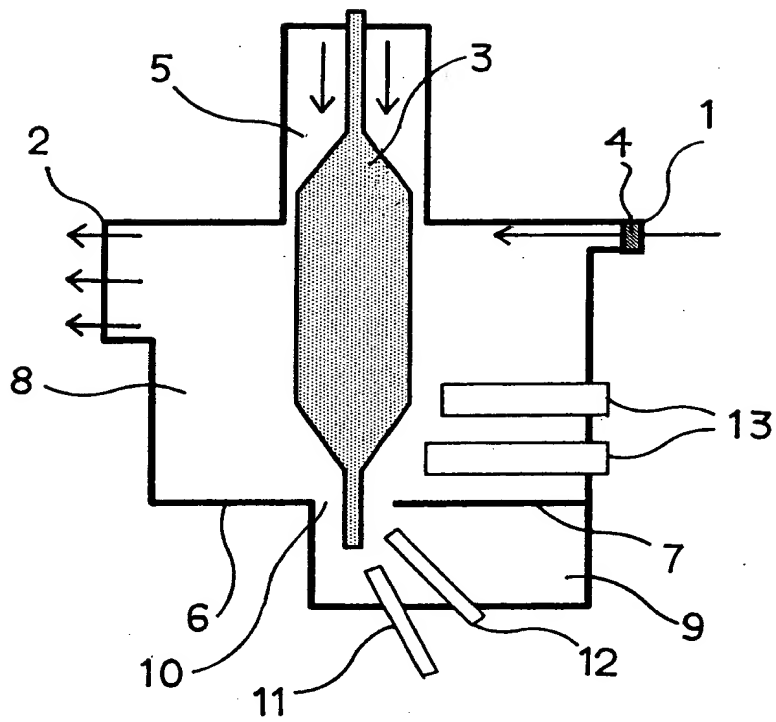
1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 2 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区大手町二丁目 6 番 1 号
氏 名	信越化学工業株式会社

【符号の説明】

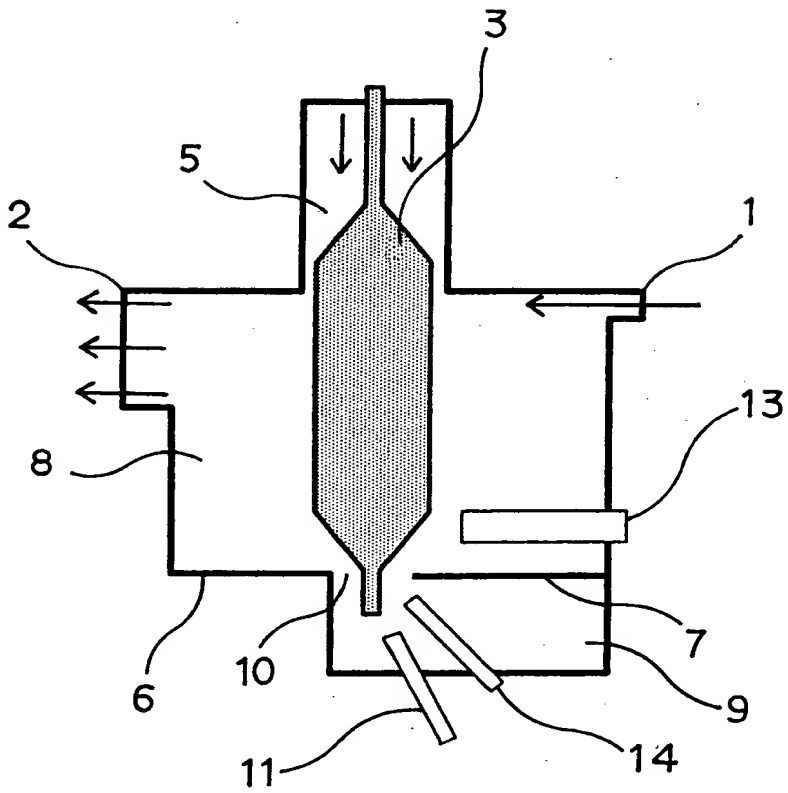
1. 給気口
2. 排気口
3. 多孔質母材
4. 防塵フィルタ
5. 上室
6. 高床部
7. 隔離壁
8. 上部反応室
9. 下部反応室
10. 接続口
11. コア堆積用バーナ
12. コア加熱用バーナ
13. クラッド堆積用バーナ
14. クラッド堆積用バーナ
15. センターコア堆積用バーナ
16. サイドコア堆積用バーナ

【書類名】 図面

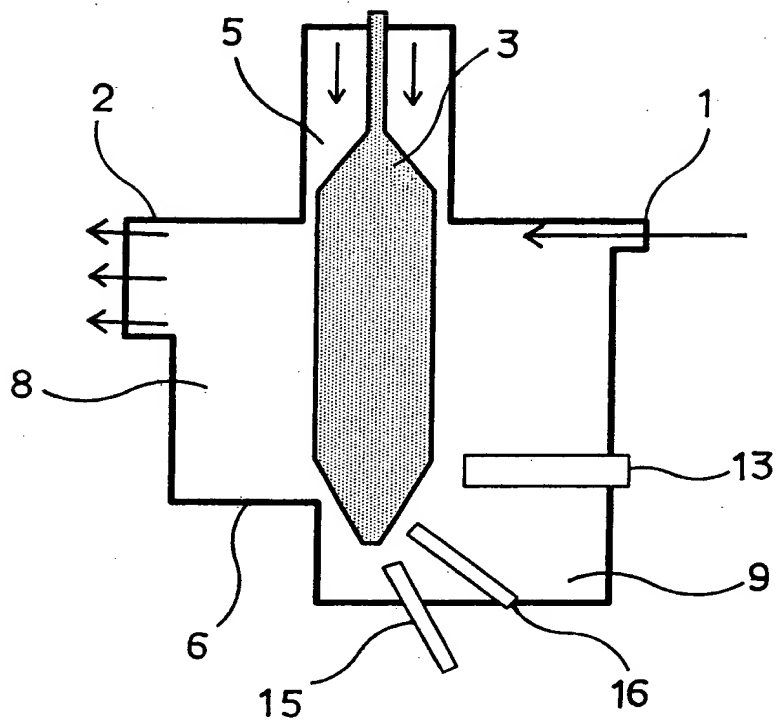
【図 1】



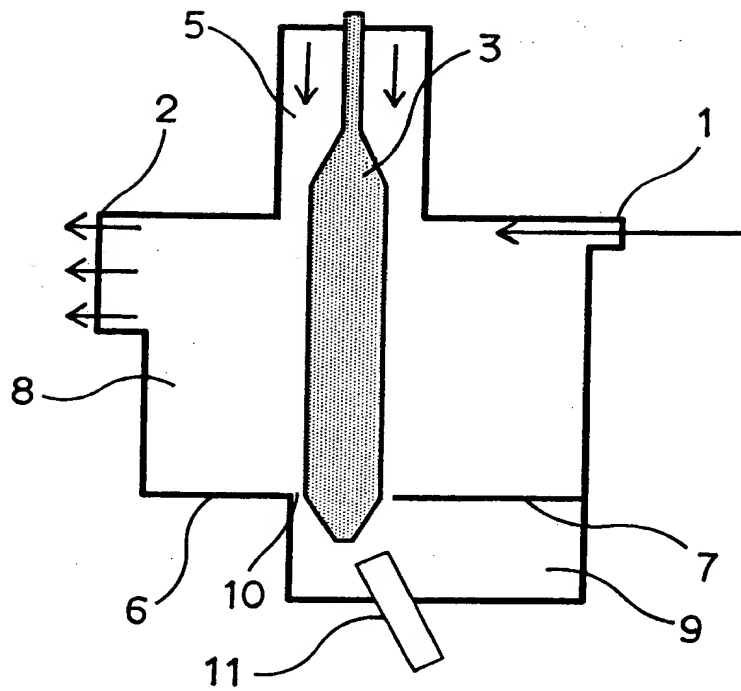
【図 2】



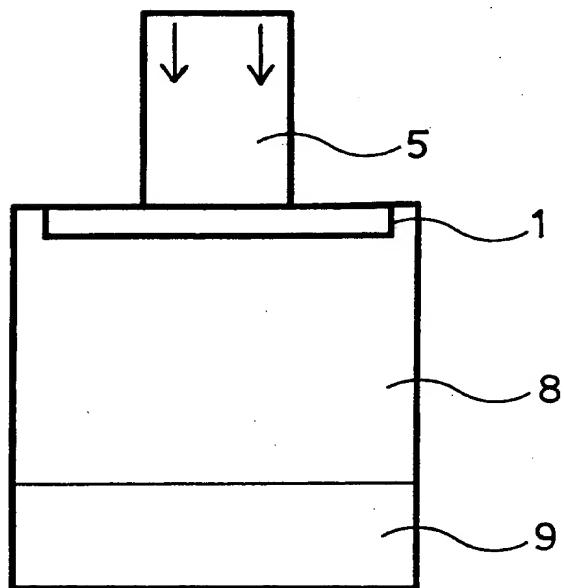
【図 3】



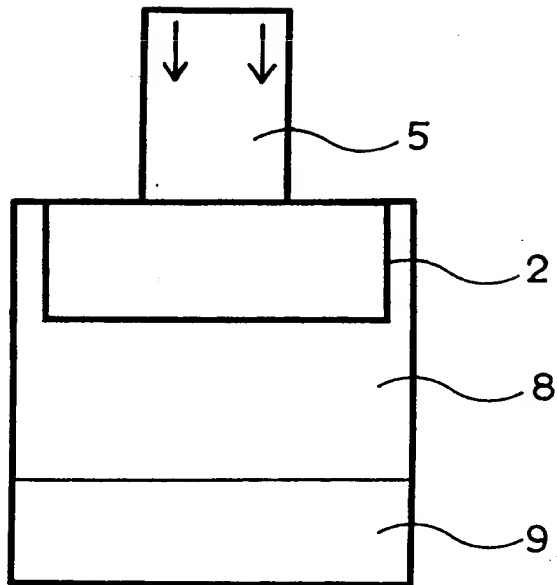
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

